

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-251988

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(51)Int.Cl. H01L 21/3065
G03F 7/26
H01L 21/027
H01L 21/306

(21)Application number : 08-185162

(71)Applicant : TEXAS INSTR INC <TI>

(22)Date of filing : 15.07.1996

(72)Inventor : CHAPMAN RICHARD
ALEXANDER

(30)Priority

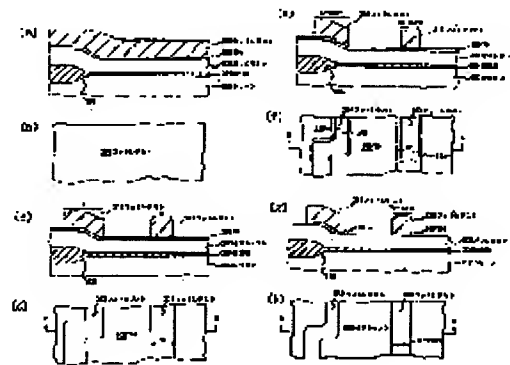
Priority number : 95 1166 Priority date : 14.07.1995 Priority country : US

(54) INTERMEDIATE LAYER LITHOGRAPHY METHOD FOR REMOVING PART OF INTERMEDIATE LAYER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for defining the minute pattern of not more than lithography dimension by using an intermediate layer.

SOLUTION: Photo-resists 211 and 212 patterned by lithography are reduced by isotropic, or partially isotropic etching, so that, photo-resists 213 and 214 which was patterned, with reduced line width, and provided with a buried anti-reflection coating functioning as both an etch-stop and a dummy layer, are formed. The reduced line width patterns 213 and 214 provide an etch-mask for an succeeding anisotropic etching, on a lower layer material such as polysilicon 206, metal or insulator, or ferroelectric material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-251988

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) IntCl. ⁹	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	J
G 0 3 F 7/26	5 1 1		G 0 3 F 7/26	5 1 1
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 7 4
21/306			21/306	D

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-185162

(22) 出願日 平成8年(1996)7月15日

(31) 優先権主張番号 0 0 1 1 6 6

(32) 優先日 1995年7月14日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000879

テキサス インスツルメンツ インコーポ
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス、ノース
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72) 発明者 リチャード アレクサンダー チャップマ
ン

アメリカ合衆国テキサス州ダラス、プライ
アーコウプ ドライブ 7240

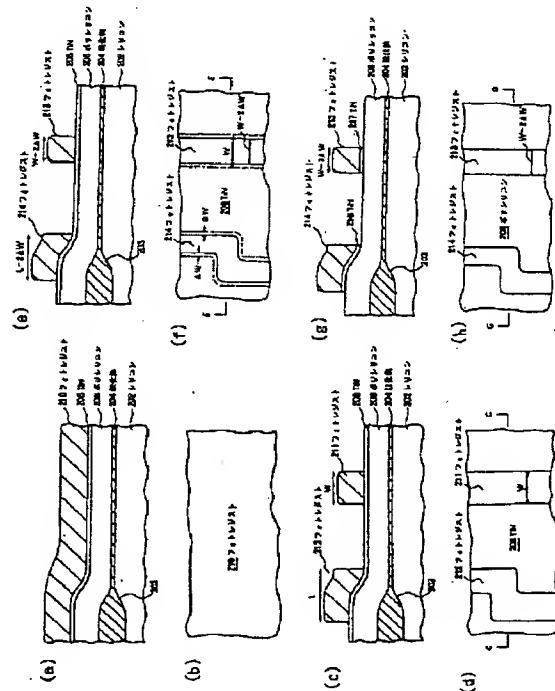
(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54) 【発明の名称】 中間層の一部を除去する中間層リソグラフィ法

(57) 【要約】

【課題】 中間層を使用して、リソグラフィ寸法以下の微細パターンを定義する方法を得る。

【解決手段】 リソグラフィによってパターン化されたフォトレジスト (211, 212) を等方的、または部分的に等方的なエッチングによって縮小させ、エッチストップとしてもあるいはダミー層としても機能する埋め込み反射防止被覆を備えた縮小した線幅のパターン化されたフォトレジスト (213, 214) を形成する。縮小した線幅パターン (213, 214) が、ポリシリコン (206)、金属、または絶縁体、あるいは強誘電体等の下層材料の、次に続く異方性エッチングのためのエッチマスクを提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 リソグラフィの方法であって、次の工程、

- (a) パターニングすべき底部層を供給すること、
- (b) 前記底部層を覆って中間層を形成すること、
- (c) 前記中間層を覆って放射に敏感な上部層を形成すること、
- (d) 前記上部層を放射で以てパターニングしてパターン化された上部層を形成すること、
- (e) 前記中間層の一部を除去して、第1のパターン化された中間層を前記パターン化された上部層の下側に形成すること、
- (f) 前記パターン化された上部層の下側の前記第1のパターン化された中間層の一部を除去して、第2のパターン化された中間層を形成すること、および
- (g) 前記パターン化された中間層を少なくともマスクの一部として使用して、前記底部層の一部を除去すること、を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体電子デバイスに関するものであり、更に詳細にはそのようなデバイスを作製する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】高いデバイス密度の半導体集積回路は、電界効果トランジスタ(FET)の短いチャンネルやバイポーラトランジスタの小面積のエミッター、あるいはデバイス間の狭い相互接続など、最小寸法の構造を要求する。そのようなポリシリコンまたは金属でできた構造を作製するためには、望みの構造パターンを含むレチクルを通してフォトレジストを露光することによって、ポリシリコンまたは金属層の上に取り付けられたフォトレジスト層中にそのような構造の配置を定義する工程を含むのが一般的である。フォトレジストの露光および現像の後、パターニングされたフォトレジストをエッチマスクとして、下層のポリシリコンや金属の層が異方性エッチングされる。従って、ポリシリコンや金属の最小線幅はフォトレジスト中に生成できる最小線幅に等しくなる。現状の光学的ステッパーは波長365nmの光(その光を発生するために使用される高圧水銀アークランプ中の対応する発光ラインに倣ってI線と呼ばれる)を用いてフォトレジストを露光するので、I線を使用したリソグラフィではフォトレジスト中に約0.30 μ m以下のパターン線幅を約0.01 μ m以下の標準偏差で以て生成することは満足にできない。

【0003】

【発明の解決しようとする課題】図1aないし図1cはリソグラフィ寸法よりも小さい(サブリソグラフィックな)ポリシリコンゲート構造を形成するための既知の方法を示しており、それは、ポリシリコン層上のフォトレ

ジストを最小形状にパターニングすること(図1a)、前記フォトレジストを等方的にエッチングして線幅を縮小させること(図1b)、および縮小された線幅を有するフォトレジストをエッチマスクとしてポリシリコンを異方性エッチングすること(図1c)を含んでいる。この方法にはポリシリコンの汚染等の問題がある。

【0004】ポリシリコンゲートを異方性エッチするためにフォトレジストマスクを使用することは、エッチングの後にポリシリコンゲートの端部に硬化したフォトレジストの残留リッジ(ridge)が残る原因となり得る。ポリシリコンのエッチング中にプラズマエッチングの元素種がフォトレジスト側壁を硬化させ、引き続き酸素プラズマによるフォトレジスト剥離工程でもリッジは完全に除去できない(図1d)。更に、このリッジを剥離するために別個の湿式エッチングを施すことはできるが、修正が必要な場合に不十分な対応しかとれなく完全ではない。リッジが残存していると、それは後の加熱処理の間に炭素化し、自己整合的なゲートシリサイド化

(siliication)工程においてチタンシリサイド(TiSi₂)の形成を妨害する。従って、簡単な工程でフォトレジスト残滓を完全に除去することが問題である。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、エッチすべき材料とフォトレジストとの間に中間層を使用し、リソグラフィによって定義されたフォトレジストパターンまたは前記中間層のいずれかの横方向エッチングを利用した線幅の縮小を併用してサブリソグラフィックなパターンを供給する。前記中間層は、まず(1)フォトレジスト露光に関する反射防止層として機能し、(2)後に続く横方向エッチングに関してはエッチストップ層あるいはダミー(sacrificial)層として機能し、そして(3)硬化したフォトレジスト残滓の除去に関してはリフトオフ層として機能する。

【0006】本発明の特長は、サブリソグラフィックなパターンを生成し、フォトレジスト除去を完全に行う簡便な方法を提供できることである。

【0007】図面は分かり易くするために、理解の手助けとなるようなものにしてある。

【0008】

【発明の実施の形態】

<概略>サブリソグラフィックなパターンを生成する本発明の好適実施例の方法は、パターニングすべき材料とフォトレジストとの間に中間層を挿入し、そして次のような工程を使用する。まずフォトレジスト中に最小線幅でパターンを露光および現像し、次にフォトレジストまたは中間層、あるいは両者を横方向に(すなわち、等方的に)除去して中間層を最小寸法以下の線幅にまで均一的に縮小させ、次にそれをパターニングすべき材料のためのエッチマスクとする。この中間層は、(1)フォト

レジスト露光中の反射防止層としての機能、(2)後に続く横方向除去における下層の材料層を保護するためのエッチストップまたはダミー層としての機能、および/または(3)材料がパターンニングされた後のエッチ残滓のリフトオフ層としての機能を提供する。

【0009】このサブリソグラフィックなパターンニングおよび残滓リフトオフはポリシリコン、金属、絶縁体、強誘電体等々の材料に対して適用できる。サブリソグラフィックなパターンは、集積回路の相互接続線幅やゲート長のような最小寸法の対象物を定義する。

【0010】

【実施例】

<第1好適実施例>図2a-hは、ゲートレベルのポリシリコンエッチングのためのマスクを作製するために用いることができる、第1の好適実施例のフォトレジストパターンニング方法を示している。特に、(100)面方位を有する単結晶シリコン基板202からスタートしているが、この基板は、デバイス作製のためのp形およびn形にドーパされた両ウエル領域を含むのが一般的であり、更に、分離用の酸化物203、典型的には厚さ6-10nmのゲート酸化物204、および典型的には厚さ300-500nmで、ドーパされた、または未ドーパの、あるいは部分的にドーパされたゲートレベルポリシリコン層206が含まれることができる。この後、プロセスは次のような工程で続く。

【0011】(1)ポリシリコン206の上に55nm厚の窒化チタン(TiN)層208をスパッタ堆積させる。TiN層208はI線リソグラフィのための埋め込み反射防止被覆("BARC")として機能する。すなわち、TiNは波長365nmの光を強く吸収する。TiNあるいは何らかのその他のBARC無しでは、下層のポリシリコン206が上を覆うフォトレジストを通過した露出光を反射して干渉が起こり、その結果、フォトレジストの厚さが分離酸化物203等の突出部上で変化しているため、フォトレジストの露出程度が場所に依って変化することになる。

【0012】(2)TiNのBARC208上におよそ1μm厚のI線用フォトレジスト層210をスピンドット塗布する。層210の厚さは下層の表面形状に依存する。I線フォトレジストはアジド増感剤を含む環化されたポリイソブレンポリマーを含むものでよい。もし必要ならば、ソフトベーク(softbake)のフォトレジスト210を使用する。図2aの断面図および図2bの平面図を参照されたい。

【0013】(3)I線リソグラフィシステムによってフォトレジスト210を露光し、最小線幅0.33μmのパターンを定義する。次に、露光されたフォトレジスト210を現像しベークして、図2cおよび図2dに断面図および平面図を示したように、パターンニングされたフォトレジスト部分211および212を得る。"W"

と記された幅は例えば0.33μmの最小線幅である。図2c-dを参照されたい。図2dは平面図であり、図2cはそのC-Cに沿って取った断面図である。

【0014】(4)フォトレジストパターン211-212からΔWを除去するための等方的エッチングを施して、フォトレジストパターン213-214を得る。但し、このエッチはTiN208に関してはほとんどエッチしない。この等方的エッチは1.5mTorrの圧力における80%のヘリウムと20%の酸素によるプラズマエッチでよく、これはフォトレジストを160nm/分の速度で除去する。従って、15秒間のエッチングによってフォトレジストが0.04μm除去され、0.33μmの線幅が0.25μmの線幅にまでなる。図2e-fを参照されたい。そこには実線でW-2ΔWの線幅を定義しているエッチ後のフォトレジストパターン213-214が示され、破線でWの線幅を定義している元のフォトレジストパターン211-212が示されている。

【0015】(5)TiN208の露出部分を除去するために異方性エッチングが施され、ポリシリコン206をエッチするためのエッチマスクが完成する。6mTorrの圧力における塩素を含むヘリコン(helicon)型プラズマエッチャーはTiNを約200nm/分の速度でエッチし、そのためおよそ15秒間のエッチングによって露出したTiNが除去され、TiN部分217-218が残される。このエッチングはまた、ポリシリコンも同じ程度の速度でエッチするが、ポリシリコン206はいずれ次に異方性エッチングでエッチされるのであるからポリシリコン206中でエッチングを停止させることは重要な問題ではない。図2g-hは下層のTiN部分217-218を覆う最終的なフォトレジストパターン213-214を示しており、それはポリシリコン206の異方性エッチングに用いられるための、W-2ΔWの最小線幅を有するマスクを形成している。

【0016】次に、フォトレジストパターン213-214をエッチマスクとして用い、約6mTorr圧におけるCl₂、HBr、およびHe/O₂(80%/20%)の混合ガスからのヘリコン励起されたプラズマで以てポリシリコン206の異方性エッチングが進行する。このBrは異方性を保証するための側壁パッシベーション効果を提供している。Cl₂/HBr/He-O₂プラズマはポリシリコンを酸化物よりも約300倍高速にエッチし、酸化物204上で過剰エッチングが起こっても最小量の酸化物を除去するだけである。図3を参照。最終的な酸素プラズマがフォトレジストを剥離し、塩素プラズマまたはSC1リンス(NH₄OH+H₂O₂+H₂O溶液)が、ポリシリコンおよび露出したゲート酸化物のいずれにも影響を与えないで、エッチ後のポリシリコンからTiNを剥離する。

【0017】<第2好適実施例>図4a-dは、これも

ゲートレベルのポリシリコンエッチングのマスクを作製するために使用できる、第2の好適実施例のフォトレジストパターンニング方法を示している。特に、ここでも分離用酸化物403、厚さ6nmのゲート酸化物、厚さ400nmのゲートレベルポリシリコン層406を備えた(100)面方位の単結晶シリコン基板402からスタートする。以下の工程でプロセスが進行する。

【0018】(1) ポリシリコン406上へ200nm厚の有機BARC層408をスピン塗布する。すなわち、有機BARC層408は波長365nmの光を強く吸収する。有機BARC408は染料基(dye group)を付加されたポリマーでよく、それはポリマーボンドに変化を与えることなく吸収を提供できるもので、例えばポリアミク(polyamic)酸ポリマーやコポリマーでよい。既に述べたように、何らかのBARCが無ければ下層のポリシリコン406は上を覆うフォトレジスト410を通過してきた露出光を反射して干渉が起こり、その結果、フォトレジストの厚さが変化しているので、フォトレジストの露光程度が場所に依存することになる。

【0019】(2) BARC層408上へおよそ1μm厚のフォトレジスト層410をスピン塗布する。層410の厚さは下層の表面形状に依存する。断面図を示す図4aを参照。

【0020】(3) I線リソグラフィシステムによってフォトレジスト410を露光し、最小線幅0.30μmを持つパターンを定義する。次に、フォトレジストを現像しベークして、図4bに示すようにパターンニングされたフォトレジスト部分411および412を得る。”W”と記された幅は例えば0.30μmの最小線幅である。

【0021】(4) 平行平板型のプラズマエッチャーの中で25-75mTorrの圧力のCHF₃/CF₄/O₂またはCHF₃/O₂の混合物を用いてエッチングを行い、BARC層408の露出部分を異方的に除去する。このエッチングによってフォトレジストも異方的に除去されるが、そのエッチ速度はCHF₃とCF₄との比率に依存する。CHF₃とO₂の混合物はフォトレジスト(イソプレンのポリマーをベースとしている)を、それがBARCを除去するのとはほとんど同じ速度で除去する。他方、CF₄とO₂はフォトレジストを高速に除去することはしない。図5はガスの混合比の関数としてフォトレジスト対BARCのエッチ速度比率を表している。すなわち、ガスの混合比を選ぶことによってBARCのエッチング中に、ΔWを0から200nmまでの所望の大きさに制御しながらフォトレジストパターン411-412のΔWを除去することができ、それにより線幅W-2ΔWを持つフォトレジストパターン413-414を得ることができる。例えば、リソグラフィで定義された線幅0.30μmは、もしフォトレジストの横方

向のエッチ速度がBARCの縦方向のエッチ速度の約1/10であれば、BARCを過剰エッチして除去する間に0.25μmにまで縮小させることができる。横方向および縦方向のエッチングの様子を示す図4cと、ポリシリコン406のエッチングに使用するための線幅W-2ΔWのマスクを定義するエッチ後のフォトレジストパターン413-414を示す図4dを参照されたい。

【0022】ポリシリコン406のエッチングはこの後、フォトレジストパターン413-414をマスクとし、SF₆とHBrの混合ガスから得られるプラズマを用いて進行する。Brは異方性エッチングのための側壁パッシベーションを提供する。更に、工程(4)のBARCエッチは図4dに示すようにBARC側壁上へ材料450を堆積させる。そしてポリシリコンのエッチング中に、この側壁材料は図6に示すように形成されつつあるポリシリコン側壁を下方へ移動して側壁の底面におけるマイクロ・トレンチング(microtrenching)を制限する。Cl₂/HBr/He-O₂プラズマはポリシリコンを酸化物よりも約300倍も高速にエッチし、酸化物404上での過剰エッチは酸化物のほんの少量を除去するのみであるから、この混合物を用いたプラズマエッチを用いて仕上げの過剰エッチを行う。最後の酸素プラズマがパターン化されたフォトレジストとBARCを剥離する。

【0023】各種の異方性ポリシリコンエッチはそれぞれに固有の異なる量の線幅縮小をもたらす。従って、第2の好適実施例を使用して、BARCエッチ混合ガスを調節することによってポリシリコンのエッチングを補償することができ、それによって全体的な線幅の縮小(BARCエッチによるフォトレジスト線幅の縮小にポリシリコンのエッチによる線幅の縮小を加えたもの)を一定に保つことができる。

【0024】<第3好適実施例>第3の好適実施例でも、金属のエッチングに関して異方性エッチが用いられて、TiN反射防止被覆で覆ったフォトレジストマスクの最小線幅を縮小させることが行われている。特に、アルミニウム相互接続は、拡散障壁となりまたエレクトロマイグレーションを抑制するように働くTiNのクラディング(cladding)を有することがしばしばある。図7aは絶縁されたゲート704と、ゲート704を持つFETのソース/ドレインへつながるように下方へ延びたタングステン充填されたビア708を有する平坦化された酸化物絶縁体706と、更にはTiNの層710と714とでクラディングされたアルミニウム層712を備えたシリコン基板702を示している。

【0025】次に、フォトレジスト720をスピン塗布し、マスクを使用してI線光で線幅Wのパターンに露光する。上部TiNクラディング714が反射防止被覆の役目をする。フォトレジスト720を現像し、次に上部TiNクラディング714をエッチストップとして

酸素プラズマエッチを施して、パターン化されたフォトレジスト720の線幅を $W-\Delta W$ へ縮小させる。パターン化されたフォトレジストの縮小の様子を示す図7bを参照。

【0026】次に、塩素をベースとする異方性エッチングを施して、パターン化されたフォトレジスト720でマスクされていないTiN714、Al712、およびTiN710を除去する。酸素プラズマによって、パターン化されたフォトレジスト720を剥離する。この場合、構造用のTiN層714は埋め込まれた反射防止被覆およびフォトレジスト線幅縮小エッチストップとしても機能する。

【0027】<第4好適実施例>図8a-dはこれもゲートレベルのポリシリコンエッチングのためのマスクを作製するために使用できる第4の好適実施例の方法を示している。特に、ここでも(100)面方位の単結晶シリコン基板802からスタートしている。この基板も分離用酸化物803、厚さ6nmのゲート酸化物804、および厚さ400nmのゲートレベルポリシリコン層806を備えている。プロセスは次のような工程で進行する。

【0028】(1) ポリシリコン806上へ、I線BARCとして働く200nm厚のTiN層808を堆積させる。TiNの堆積は、 N_2 プラズマ中でTiのスパッタを行うことによってもあるいはTiNをスパッタしてもよい。既に述べたように、BARC808は、さもなければフォトレジストの厚さが変化することのために場所に依存したフォトレジスト露光程度の原因となる被覆フォトレジスト中での反射性の干渉効果を制限する。

【0029】(2) BARC層808上へおよそ1 μ m厚のフォトレジスト層810をスピン塗布する。層810の厚さは下層の表面形状に依存する。断面図を示す図8aを参照。

【0030】(3) フォトレジスト810をI線リソグラフィシステムによって露光し、最小線幅0.30 μ mを持つパターンを定義する。次にフォトレジストを現像、ベークして図8bに示すようにパターン化されたフォトレジスト部分811および812を得る。“W”と記された幅は例えば0.30 μ mの最小線幅である。

【0031】(4) 異方性エッチングを施してBARC層808の露出部分を除去する。図8cを参照。TiNのBARCに対して、6mTorrの圧力の塩素を含むヘリコン型のプラズマエッチャーはTiNを約200nm/分の速度でエッチする。従って、およそ60秒間のエッチでBARC部分821-822から露出したTiNが除去される。このエッチはまた、ほぼ同じ速度でポリシリコンをもエッチするが、ポリシリコン806は工程(6)において異方性エッチされるのであるから、ポリシリコン806でエッチングを停止させることはさほど重要な問題ではない。

【0032】(5) 時間を決めた等方的なエッチングを施してBARC821-822の約0.025 μ mを横方向に除去することによって、最小線幅0.25 μ mの狭いBARC部分823-824を形成する。最小線幅 $W-2\Delta W$ を示す図8dを参照。TiNのBARCに対する等方的なエッチングは薄めた H_2O_2 の湿式エッチでよく、その場合TiNは約5nm/分の速度でエッチされるので、これは5分間のエッチングになる。上を覆うフォトレジスト811-812がエッチャントに曝されるBARCの量を制限するので、それによって近接効果が大幅に漸減して、ウエハ全面に亘ってBARCの横方向での0.025 μ mの均一な除去が保証されることに注目されたい。同様に、等方的なプラズマエッチングを用いることもできる。狭くなったBARC823-824はポリシリコン806の異方性エッチングのために用いることのできる、 $W-2\Delta W$ の最小線幅を持つ最終的なエッチマスクを形成する。

【0033】(6) まず酸素プラズマによって上を覆っているフォトレジスト811-812を剥離し、次にBARC823-824をエッチマスクとしてポリシリコン806を異方性エッチングする。BARC823-824の厚さは、何らかの非選択的な異方性ポリシリコンエッチの使用を可能にするものであることに注目されたい。すなわち、プラズマエッチはもしそれがポリシリコンを少なくともBARCの2倍の速度で除去するのであれば、BARC除去のために利用できる。図8eを参照。最後に、BARCを剥離して、サブリソグラフィックにパターンニングされたポリシリコンが残される。

【0034】フォトレジストがBARCを除去することなしに除去できるのであれば、有機BARCを使用することも可能であることに注目されたい。

【0035】<第5好適実施例>図9a-dはこれもこれまで述べた好適実施例の線幅縮小方法の任意のものと一緒に、あるいは単独で使用できる第5の好適実施例の方法を示している。第5の好適実施例は次に述べる工程に従ってフォトレジスト残存物あるいは上を覆っているフォトレジストを除去するためのリフトオフとして中間層(多分BARC)を使用する。

【0036】(1) 300nm厚のポリシリコン906を覆う50nm厚のTiN中間層部分917-918の上にパターンニングされたフォトレジスト911-912を有する構造からスタートする。このTiNはフォトレジストのパターンニングのためのBARCとして働き、オプションとしてフォトレジスト911-912は図2gの構造と類似のように等方的にエッチされて線幅を縮小されていてもよい。図9aを参照。

【0037】(2) フォトレジスト911-912およびTiN917-918をエッチマスクとして、ClおよびBrをベースとするプラズマによってポリシリコン906を異方性エッチする。このエッチプラズマはま

た、フォトレジスト 911-912 の側壁から硬化したフォトレジスト部分 913-914 を形成する。図 9 b を参照。

【0038】(3) SC1 (29%の NH_4OH を1と、30%の H_2O_2 を1と、 H_2O を6)等の溶液にTiN 917-918を溶かす。これはまた硬化した側壁部分 913-914 に沿ってフォトレジスト 911-912 をリフトオフする。図 9 c を参照。オプションとして、TiN 917-918 の溶解の前に、フォトレジスト 911-912 を酸素プラズマで灰化(アッシング)し、次にTiN 917-918 を溶解させることもできる。この事前の灰化はTiN 917-918 の別の表面を露出させて迅速な溶解を促し、それでもなお酸素プラズマが除去し損ねた硬化側壁部分 913-914 のリフトオフを可能にする。フォトレジストのアッシングの後、TiN の溶解の前の構造を示す図 9 d を参照。

【0039】中間層 917-918 は有機BARC層でもよく、そして有機溶媒によるBARCの溶解を伴った同じ工程をたどることによって、本方法は硬化した側壁部分 913-914 をリフトオフすることを可能にする。しかし、有機BARC側壁もまた硬化する可能性があり、そのため溶解には使用されるBARCのタイプに適した特別なものを必要とする。更に、硬化した側壁のリフトオフのためにフォトレジストの下側に中間層を使用することは、第3の好適実施例と同じように、金属レベルのエッチングにも適用でき、絶縁体を貫通するビアのエッチングにも適用できる。

【0040】<修正と変形>本発明の好適実施例はいろんな形に変形できて、しかもなお、埋め込み反射防止被覆として、線幅縮小のダミー層またはエッチストップとして、更には上を覆うフォトレジストまたは残滓やその他の材料のリフトオフとして機能する中間層の利用という特長のうちの1つまたは複数のものを保有していることができる。

【0041】例えば、第1、第2、および第3の好適実施例のフォトレジストは、エッチングがBARCに関して十分選択的であるならば、エッチマスクとして使用される、剥離されパターン化されたBARCのみでも構わない。フォトレジスト線幅を縮小させる等方的なエッチングは、十分なフォトレジストが残っていれば幾分異方性であっても構わない。層の厚さと線幅、およびエッチの化学組成および条件はすべて変化させることができる。更に、好適実施例の説明はすべてI線リソグラフィを使用するとしたが、同じ、あるいは異なるフォトレジストと反射防止被覆でいて、他の露光波長を使用しても同じ方式が有効に働く。更に、単一ウエハのヘリコン型のプラズマエッチャーやその他の型のプラズマエッチャー、バッチ式のRIE、ECR、RIEおよび誘導性結合方式のプラズマなどの変形が可能である。

【0042】以上の説明に関して更に以下の項を開示す

る。

(1) リソグラフィの方法であって、次の工程、(a) パターニングすべき底部層を供給すること、(b) 前記底部層を覆って中間層を形成すること、(c) 前記中間層を覆って放射に敏感な上部層を形成すること、(d) 前記上部層を放射でいてパターニングしてパターン化された上部層を形成すること、(e) 前記中間層の一部を除去して、第1のパターン化された中間層を前記パターン化された上部層の下側に形成すること、(f) 前記パターン化された上部層の下側の前記第1のパターン化された中間層の一部を除去して、第2のパターン化された中間層を形成すること、および(g) 前記パターン化された中間層を少なくともマスクの一部として使用して、前記底部層の一部を除去すること、を含む方法。

【0043】(2) 第1項記載の方法であって、(a) 前記中間層がTiNを含んでおり、そして(b) 前記上部層がフォトレジストを含んでいる方法。

【0044】(3) 第2項記載の方法であって、(a) 前記第1のパターン化された中間層部分の除去がプラズマエッチングによって行われる方法。

【0045】(4) 第3項記載の方法であって、(a) 前記底部層がポリシリコンであり、そして(b) 前記底部層部分の除去が異方性プラズマエッチングによって行われる方法。

【0046】(5) サブリソグラフィックなパターニングを行う方法であって、次の工程、(a) パターニングすべき底部層を供給すること、(b) 前記底部層を覆って、第1の波長の放射を吸収する埋め込み反射防止被覆(BARC)層を形成すること、(c) 前記BARC層を覆って、前記第1の波長を持つ放射によって露光可能なフォトレジスト層を形成すること、(d) 前記フォトレジスト層を前記第1の波長を含む放射でいてパターニングして、最小線幅Wを持つフォトレジストのパターン化された層を形成すること、(e) 前記フォトレジストのパターン化された層を用いて前記BARC層を異方性エッチングして、最小線幅Wを持つ第1のパターン化されたBARC層を形成すること、(f) 前記第1のパターン化されたBARC層を異方性エッチングして、前記第1のパターン化されたBARC層のすべての表面から前記底部層の表面に沿った方向に ΔW の量を除去して、前記底部層の上に最小線幅 $W-2\Delta W$ を持つ第2のパターン化されたBARC層を形成すること、および(g) 前記第2のパターン化されたBARC層をエッチマスクとして使用して、前記底部層を異方性エッチングすること、を含む方法。

【0047】(6) 第5項記載の方法であって、(a) 前記BARC層がTiNを含んでいる方法。

【0048】(7) リソグラフィの方法であって、次の工程、(a) パターニングすべき底部層を供給すること、(b) 前記底部層を覆って、第1の波長の放射を吸

収する埋め込み反射防止被覆（BARC）層を形成すること、（c）前記BARC層を覆って、前記第1の波長を持つ放射によって露光可能なフォトレジスト層を形成すること、（d）前記フォトレジスト層を前記第1の波長を含む放射で以てパターンニングして、最小線幅Wを持つフォトレジストのパターン化された層を形成すること、（e）前記フォトレジストのパターン化された層を用いて前記BARC層を異方性エッチングして、前記フォトレジストのパターン化された層の下側に最小線幅Wを持つパターン化されたBARC層を形成すること、

（f）前記パターン化されたBARC層および前記パターン化されたフォトレジスト層をエッチマスクとして使用して、前記底部層を異方性エッチングすること、

（g）前記パターン化されたフォトレジスト層を剥離すること、および（h）前記パターン化されたBARC層を除去し、その時に前記剥離によって取りきれなかったすべての残滓が前記パターン化されたBARC層の前記除去によってリフトオフされるようにすること、を含む方法。

【0049】（8）第5項記載の方法であって、（a）前記BARC層がTiNを含んでいる方法。

【0050】（9）等方的、または部分的に等方的なエッチングによって、リソグラフィによってパターン化されたフォトレジスト211、212が縮小されて、エッチストップとしてもあるいはダミー層としても機能する埋め込み反射防止被覆を備えた縮小した線幅のパターン化されたフォトレジスト213、214が供給される。縮小した線幅パターン213、214は、ポリシリコン206、金属、または絶縁体、あるいは強誘電体等の下層材料の、次に続く異方性エッチングのためのエッチマスクを提供する。

【関連出願へのクロスリファレンス】以下の、同時譲渡され、出願された米国特許出願は関連事項を開示している：

年 月 日付けの出願番号第 号および
年 月日付けの出願番号第 号。

【図面の簡単な説明】

【図1】 aないしdはサブリソグラフィックなパターンを形成する既知の方法。

【図2】 aないしhはフォトレジストパターンニングの第1の好適実施例の方法を示す断面図および平面図。

【図3】 第1の好適実施例を用いて異方性エッチングを施した後の断面図。

【図4】 aないしdはフォトレジストをパターンニングするための第2の好適実施例の方法。

【図5】 エッチングの選択性を示すグラフ。

【図6】 ポリシリコンのエッチング。

【図7】 aないしbは第3の好適実施例の方法を示す断面図。

【図8】 aないしeは第4の好適実施例の方法を示す断

面図。

【図9】 aないしdは第5の好適実施例の方法を示す断面図。

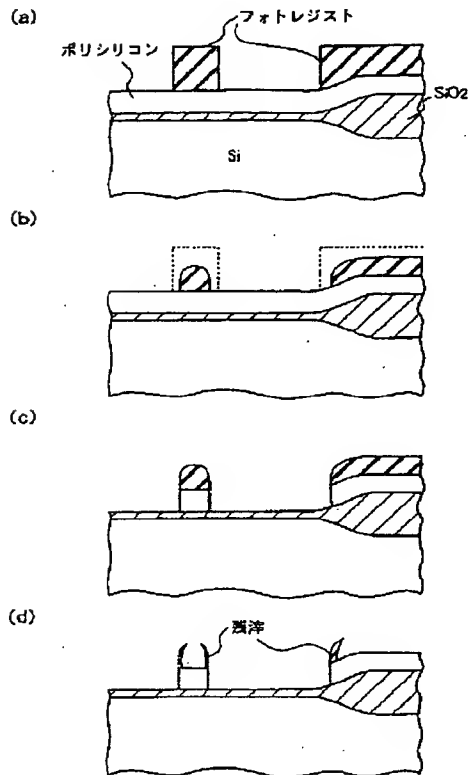
【符号の説明】

202 シリコン基板
203 分離酸化物
204 ゲート酸化物
206 ポリシリコン層
208 TiN層
210 フォトレジスト層
211 パターン化されたフォトレジスト
212 パターン化されたフォトレジスト
213 フォトレジストパターン
214 フォトレジストパターン
217 TiN部分
218 TiN部分
402 シリコン基板
403 分離用酸化物
404 ゲート酸化物
406 ポリシリコン層
408 BARC層
410 フォトレジスト層
411 パターン化されたフォトレジスト部分
412 パターン化されたフォトレジスト部分
413 フォトレジストパターン
414 フォトレジストパターン
450 堆積物
702 シリコン基板
704 絶縁ゲート
706 酸化物絶縁体
708 ビア
710 TiNクラッド層
712 アルミニウム層
714 TiNクラッド層
720 フォトレジスト層
802 シリコン基板
803 分離酸化物
804 ゲート酸化物
806 ポリシリコン層
808 TiN層
810 フォトレジスト層
811 パターン化されたフォトレジスト部分
812 パターン化されたフォトレジスト部分
821 BARC部分
822 BARC部分
823 狭められたBARC部分
824 狭められたBARC部分
906 ポリシリコン
911 パターン化されたフォトレジスト
912 パターン化されたフォトレジスト

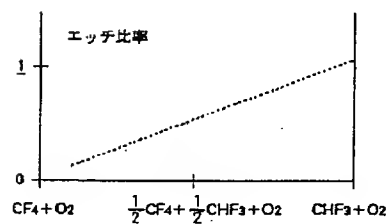
913 硬化したフォトレジスト部分
914 硬化したフォトレジスト部分

917 TiN中間層部分
918 TiN中間層部分

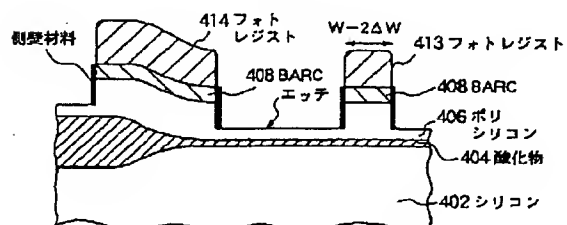
【図1】



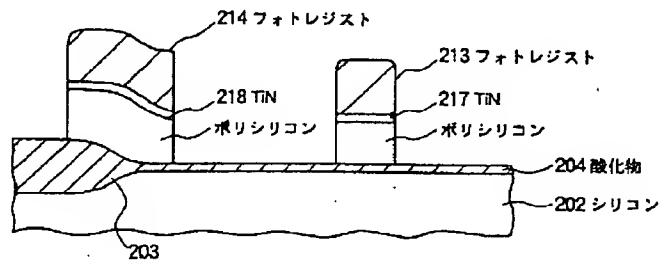
【図5】



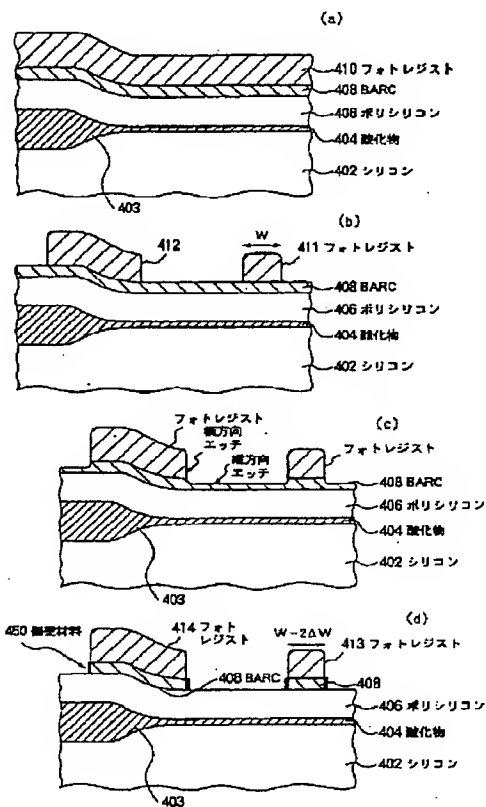
【図6】



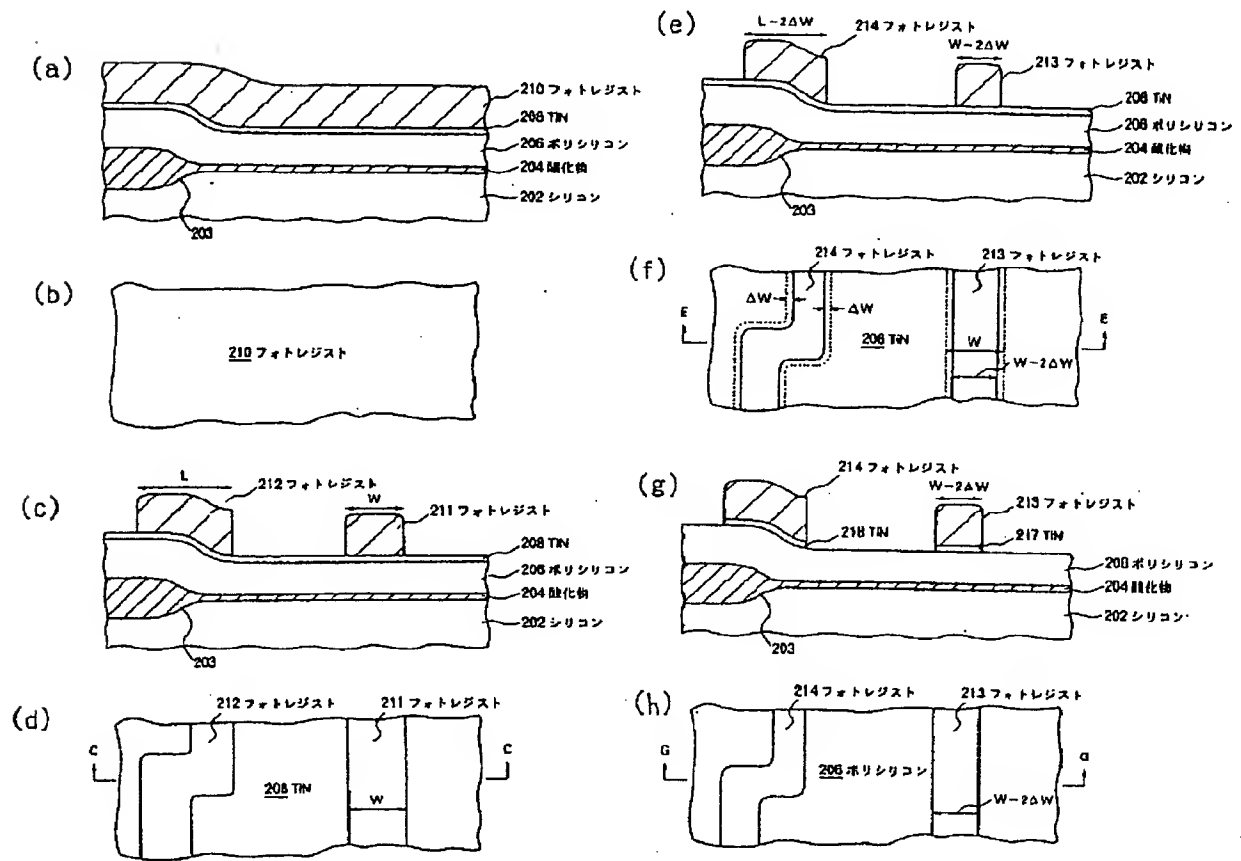
【図3】



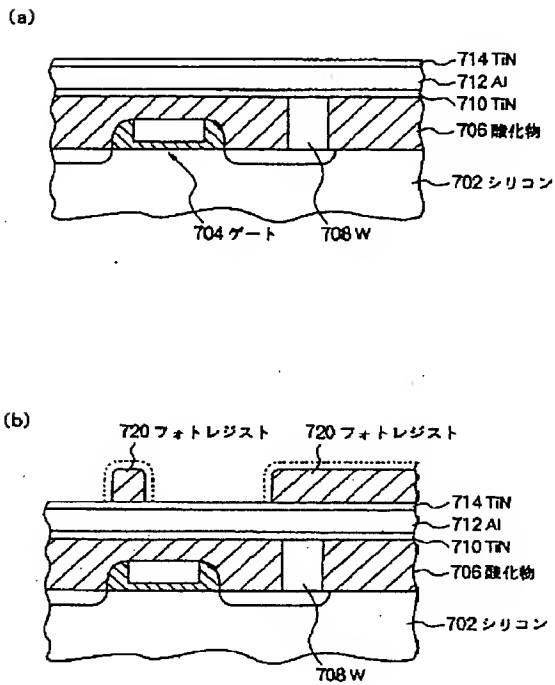
【図4】



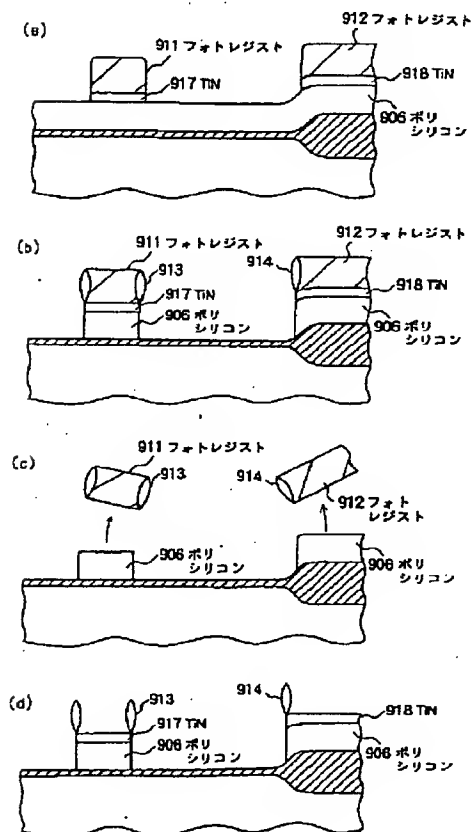
【図2】



【図7】



【図9】



【図8】

